

Agrupamiento de germoplasma de triticale forrajero por rendimiento, ahijamiento y gustosidad^a

Wilberh Ernesto Ye Ceb^b, Heriberto Díaz Solís^b, Alejandro Javier Lozano del Río^c, Víctor Manuel Zamora Villa^c, Myrna Julieta Ayala Ortega^b

RESUMEN

Ye CWE, Díaz SH, Lozano RAJ, Zamora VVM, Ayala OMJ. *Téc Pecu Méx* 2001;39(1):15-30. Se condujeron dos experimentos en el ciclo otoño-invierno 96-97, evaluándose 90 genotipos con cuatro repeticiones en unidades experimentales de 6.8 m². En el Exp 1 se evaluó el rendimiento de materia seca (t ha⁻¹) en tres cortes y en el Exp 2 se evaluaron el ahijamiento y la gustosidad bajo pastoreo directo. El análisis de varianza para rendimiento resultó con efecto de la interacción cortes genotipos ($P < 0.01$). El análisis conjunto de los 2 experimentos se realizó por la técnica de componentes principales, considerando 90 genotipos y 10 variables: rendimiento de materia seca en tres cortes (MS1, MS2, MS3), materia seca total (MST), ahijamiento en tres evaluaciones (A1, A2, A3), gustosidad en dos evaluaciones (G1 y G2) y capacidad de rebrote. Mediante análisis de conglomerados se definieron cuatro grupos diferentes entre sí ($P < 0.01$). El grupo invernal, incluyendo Grado, Modus, Presto y ballico Alamo, presentó el mayor valor de MST (12.77 ± 0.38 t), con rendimientos relativamente uniformes a través de los tres cortes, baja gustosidad en G1 (1.90 ± 0.22), alto ahijamiento medio y alta capacidad de rebrote (0.85 ± 0.06). Un grupo contrastante, de tipo primaveral, incluyó al triticale San Lucas y cebada; este grupo presentó menor valor de MST (10.22 ± 0.24 t), mayor rendimiento en MS1 (7.29 ± 0.19 t), alta gustosidad en G1, menor ahijamiento y bajo rebrote (0.39 ± 0.01). El componente principal 1 mostró que las relaciones más consistentes se refieren al tipo de crecimiento (invernal vs primaveral). La alta relación entre algunas características con el patrón de producción, rendimiento y gustosidad, permite utilizarlas como apoyo en la selección de genotipos de acuerdo a propósitos productivos.

PALABRAS CLAVE: Triticale forrajero, Rendimiento de materia seca, Ahijamiento, Gustosidad, Rebrote

INTRODUCCIÓN

En la región norte del país se practica principalmente el sistema de producción de becerros al destete, con una cosecha anual del 40 al 55 %, de los cuales, casi

la totalidad son vendidos a los engordadores del país o son exportados. La baja producción se debe en parte a la sobreutilización de los pastizales, la cual trae consigo subalimentación animal, que se agrava en el otoño-invierno por las bajas temperaturas. Se requiere así de alternativas de producción que incluyan nuevas especies forrajeras principalmente de producción invernal, así como el conocimiento de sus

a Recibido el 4 de febrero de 2000 y aceptado para su publicación el 21 de febrero de 2001.

b Depto. Recursos Naturales. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. 25315 Tel. (8) 417-73-60 hdiaz@narro.uaan.mx. Correspondencia y solicitud de separatas al segundo autor.

c Depto. Fitomejoramiento. UAAAN.

tecnologías de producción, que lleven a una mayor disponibilidad de forraje de alta calidad.

La avena (*Avena sativa* L.) es la principal especie utilizada para la producción de forraje de invierno en esta región; sin embargo, es susceptible a enfermedades y presenta poca tolerancia a las bajas temperaturas. Otra especie muy utilizada para este propósito es el ballico anual (*Lolium multiflorum* L.), que es una gramínea forrajera con un alto valor nutritivo, por lo que se emplea para la producción de leche y en el crecimiento de becerros. En 1981 la SAGAR, recomendó la utilización de este cultivo en las regiones de Aguascalientes, Baja California Norte y Sur, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Zacatecas⁽¹⁾. Sin embargo, a medida que los inviernos son más fríos hacia el norte, esta especie presenta un crecimiento inicial lento durante el período de temperaturas bajas, que va del 15 de diciembre al 15 de febrero.

El establecimiento de praderas irrigadas de triticale forrajero (*X Triticosecale* Witt.) puede ser una alternativa para solucionar los problemas mencionados, debido a que es un cultivo de rápido crecimiento en comparación con el ballico y la avena, debido a su mayor resistencia a las bajas temperaturas. Por otra parte, tiene buena calidad forrajera y presenta mayor resistencia al ataque de enfermedades que las variedades actualmente disponibles de avena, trigo y cebada. De esta forma, el triticale es uno de los cultivos que por sus características de producción y valor nutritivo, además de su tolerancia a condiciones desfavorables como sequía,

suelos pobres y salinidad, adquiere gran importancia como una alternativa para ayudar a solucionar el déficit de alimentos⁽²⁾. El triticale es un cultivo relativamente nuevo en México, del cual se estima que se cultivan alrededor de 8,000 hectáreas, en su mayoría para producción de grano, principalmente en los estados de Michoacán, Nuevo León, Puebla, Jalisco, México, Tlaxcala y Sonora⁽³⁾, y más recientemente, y para uso forrajero, en los estados de Chihuahua, Coahuila y la Región Lagunera⁽⁴⁾.

Desde el ciclo 1986-1987⁽⁵⁾, se inició un proyecto para generar triticales forrajeros en el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en el cual se identificaron en el germoplasma evaluado tres tipos de hábito de crecimiento, que son similares a los del trigo⁽⁶⁾, pero complementados con características forrajeras: primaverales, facultativos e invernales.

Varios factores afectan la gustosidad de las plantas para los animales. El animal puede reconocer plantas por sentidos como la vista, el tacto y el sabor. Estos factores provocan diferencias en la gustosidad que no están todavía completamente entendidos. Los factores anatómicos de la morfología de las plantas afectan la gustosidad en algún grado, pero existen excepciones perceptibles. La presencia de espinas, pelos, humedad y textura están a menudo relacionados con la gustosidad. El contenido de proteína cruda está altamente relacionado con la gustosidad de forrajes en pastizales para ganado mayor y ovejas. Los altos contenidos de azúcares y azúcares relacionados están correlacionados

con la alta gustosidad de los forrajes para el ganado, así como la proporción de grasas y extractos de éter; por otra parte, los animales seleccionan más las variedades altas en fósforo y potasio, que aquellas bajas en estos minerales⁽⁷⁾. Las plantas o partes de ellas que son toscas, vellosas y espinosas tienden a ser evitadas, aunque las plantas tiernas y suculentas no siempre son preferidas⁽⁸⁾.

Se plantearon los siguientes objetivos: identificar y seleccionar materiales de triticale de mayor producción que los testigos regionales ballico y avena; caracterizar cuantitativamente los genotipos de triticale de acuerdo a su patrón de rendimiento de forraje y su gustosidad, para identificar ideotipos para diferentes propósitos productivos; establecer parámetros útiles para la selección de triticales sobresalientes para diferentes sistemas de producción y utilización de forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujeron dos experimentos durante el ciclo otoño-invierno 1996-1997. El primero se realizó en el campo experimental Navidad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Galeana, Nuevo León, donde se evaluó el rendimiento de materia seca en tres cortes de 90 genotipos de triticale incluyendo los testigos regionales. Los mismos tratamientos fueron utilizados en un segundo experimento que se desarrolló en el mismo ciclo en condiciones similares de suelo y clima, en el Rancho "El Aguatoche" a 10 km del primero, donde se evaluaron los materiales en condiciones

de pastoreo en cuanto a ahijamiento y gustosidad.

El campo experimental Navidad, se ubica en el municipio de Galeana, Nuevo León a 80 km de Saltillo, Coah; a 25° 04' Latitud norte y 100° 36' Longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1895 m; el clima se clasifica como Bso h'w(e), de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen para las condiciones de la República Mexicana⁽⁹⁾, caracterizado por su grado de humedad como semiárido y por su temperatura como semicálido. Las heladas más severas se presentan en noviembre, diciembre y enero, aunque con frecuencia se presentan heladas tardías en febrero y aún en mayo. Su tipo de suelo es considerado como ligero y clasificado como migajón de buena profundidad, ligeramente salino y de reacción alcalina con un pH de 7.5 a 7.6 y un contenido de nitrógeno de medianamente pobre a pobre, medianamente rico en fósforo asimilable y extremadamente rico en potasio intercambiable.

El Rancho el Aguatoche, se ubica a 70 km al suroeste de la ciudad de Saltillo, Coah., con una altura sobre el nivel del mar de 1890 m; la temperatura media anual es de 19.3°C con fluctuaciones desde 11.7 hasta 26.8°C⁽⁹⁾; su tipo de suelo es considerado Xerosol cálcico ligeramente salino (4 a 8 milimhos/cm a 25°C).

Cada experimento constó de 90 tratamientos con cuatro repeticiones, dando un total de 360 unidades experimentales de 6.8 m² cada una (8 hileras de plantas con una separación de 17 cm, y una longitud de 5 m) en ambas localidades.

En Navidad, la siembra se realizó el 11 de septiembre de 1996, en húmedo, utilizando una sembradora de precisión de 8 hileras, aplicándose 468 kg ha⁻¹ de sulfato de amonio (20.5-00-00). La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹ para todos los tratamientos, excepto las dos variedades de ballico, en las cuales se utilizaron 35 kg ha⁻¹. Se fertilizó con 40 kg ha⁻¹ de N como urea (46-00-00) inmediatamente después del primero y segundo corte (27 de enero y 5 de marzo de 1997). Se aplicó un riego de siembra y seis de auxilio con frecuencia mensual, por gravedad, con una lámina aproximada de 8 cm, dando una lámina total de 56 cm.

En el Aguatoche, la siembra se realizó el 9 de septiembre de 1996, en seco, sin fertilizar al momento de la siembra, con la misma sembradora de precisión. El riego de siembra se aplicó el 11 de septiembre, con un sistema de aspersión, con una lámina aproximada de 10 cm. La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹, excepto para los ballicos, los cuales se sembraron con 35 kg ha⁻¹. Se fertilizó 15 días después de la siembra aplicando 41 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fuente sulfato de amonio. No se fertilizó después de cada pastoreo. Los riegos de auxilio se aplicaron aproximadamente cada 20 días después del riego de siembra con una lámina aproximada de 8 a 10 cm, dando un total de ocho riegos.

En el experimento de Navidad, en cada unidad experimental se estimó el rendimiento de materia seca en tres cortes (17/12/96; 27/01/97; 05/03/97). En cada evento se cortó una muestra de 0.125 m² en cada unidad experimental, se registró

su peso en verde y el forraje se secó en un asoleadero hasta peso constante. Inmediatamente después de cada muestreo, se cortó el total de cada unidad experimental con una cortadora de motor. Se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas con cuatro repeticiones, en el cual la parcela grande la constituyeron los cortes⁽³⁾ y la parcela chica los genotipos (90). La comparación de medias se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa al 0.01 de probabilidad.

La prueba de gustosidad se realizó en el experimento del Rancho El Aguatoche en el primer y tercer pastoreo (10/12/96 y 14/03/97). Se ofreció el lote experimental (2.9 ha) a 450 novillos con un peso promedio de 280 kg, resultando en una carga animal inicial de 43,448 kg de peso/ha, y utilizando un cerco eléctrico. Mediante la observación visual del grado de consumo, se estimó la gustosidad animal de los materiales con una escala categórica del 1 al 4 donde: 1= rechazado; 2= gustosidad baja; 3= gustosidad media; 4= gustosidad alta. En las primeras horas de pastoreo se registraron los materiales de alta gustosidad; al final del día de pastoreo con base al forraje remanente de cada unidad experimental se registraron los materiales rechazados y de baja gustosidad.

El ahijamiento se registró después de cada pastoreo en el Aguatoche (10/12/96; 11/02/97; 14/03/97); se contó el número de tallos en una línea de 30 cm, seleccionada al azar en cada unidad experimental; estos datos se convirtieron a tallos por 0.1m².

Se realizó un análisis de componentes principales donde se incluyeron las

variables: ahijamiento en el pastoreo 1, ahijamiento en el pastoreo 2 y ahijamiento en el pastoreo 3 (A1, A2, y A3), gustosidad 1 y gustosidad 2 (G1 y G2) en el Rancho El Aguatoche. En este análisis se incluyó el rendimiento total (MST) observado de los materiales y en cada uno de los tres cortes (MS1, MS2 y MS3) realizados en Navidad y la variable capacidad de rebrote (REB) derivada del rendimiento de los tres cortes $\{REB = (MS2/MS1 + MS3/MS2 + MS3/MS1)/3\}$. La matriz de datos fue de diez columnas (variables) x 90 líneas (genotipos). El objetivo de este análisis de componentes principales fue reducir el número de dimensiones de la matriz original, mediante combinaciones lineales de las variables originales de máxima variabilidad y ortogonales entre sí, ya que facilita el estudio de las relaciones entre variables y el análisis de la dispersión de las observaciones⁽¹⁰⁾. Con el fin de agrupar genotipos de características similares se realizó adicionalmente un análisis de conglomerados; los grupos conformados se compararon mediante la prueba de T^2 de Hotelling⁽¹¹⁾. Los análisis se realizaron con "Statistica" ver. 4.5⁽¹²⁾.

RESULTADOS

Para el rendimiento total, las fuentes de variación cortes y la interacción cortes por tratamientos resultaron con efectos altamente significativos ($P < 0.01$). La comparación de medias entre tratamientos formó un primer grupo de 46 genotipos. El tratamiento con mayor producción media por corte fue el 86 (T4) el cual es una línea de triticale, con 4.65 t MS ha⁻¹, (13.95 t MS ha⁻¹ acumuladas en tres cortes).

Las variedades testigo AN-31, AN-34, Modus, Lasko, Presto y Grado, así como el ballico Alamo formaron parte de este primer grupo.

Para el primer corte, se encontró un efecto altamente significativo entre tratamientos ($P < 0.01$). Las líneas de triticale 65, 66, 54, 52, 74, 62, 85, 14 y 70 presentaron los mayores rendimientos (9.89, 9.17, 8.90, 8.82, 8.61, 8.43, 8.28, 8.10, 7.95 y 7.87 t MS ha⁻¹, respectivamente). Los tratamientos con menor rendimiento fueron el 48 (T3), 50, 13, 76, 24, Grado (G), Presto (P), ballico Alamo (RA), ballico Beef Builder (RB), y 46 (T2), (5.61, 5.54, 5.44, 5.36, 5.32, 5.14, 4.39, 4.11, 4.09, 3.96 y 3.82 t MS ha⁻¹, respectivamente).

En el segundo corte, se encontró un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) entre los tratamientos. Los genotipos Presto (P), ballico Alamo (RA), 48 (T3), 38, 86 (T4), 58, 13, Modus (M), 33 (T1), Grado (G), y Lasko (L), registraron el mayor rendimiento en este corte con producciones de 4.50, 4.46, 4.46, 4.30, 4.01, 3.98, 3.93, 3.92, 3.82 y 3.46 t MS ha⁻¹, respectivamente, mientras que los genotipos con menor rendimiento fueron la cebada (C), avena Coker (AC), triticale San Lucas (SL), 47, 50, 57, 74, 67, 15 y 65, con producciones de 1.37, 1.36, 1.35, 1.33, 1.33, 1.33, 1.31, 1.22, 1.19 y 1.16 t MS ha⁻¹, respectivamente.

Al igual que en los cortes anteriores, el tercer corte registró alta significancia estadística entre tratamientos ($P < 0.01$), correspondiendo los mayores rendimientos a los genotipos Presto (P), ballico Alamo (RA), Modus (M), Grado (G), 86 (T4), 46 (T2), 48 (T3), 13, 24 y 11, con

rendimientos medios de materia seca de 4.85, 4.81, 4.02, 3.93, 3.85, 3.64, 3.09, 3.01, y 2.98 t MS ha⁻¹, respectivamente. Los tratamientos con menor producción en este corte fueron el 61, 65, 55, 50, 63, 66, 47, 60, cebada (C), y avena Coker (AC), con rendimientos promedio de 1.01, 0.96, 0.87, 0.85, 0.83, 0.80, 0.79, 0.77, 0.76, 0.73 y 0.66 t MS ha⁻¹, respectivamente.

El análisis de componentes principales (Cuadro 1), reveló que los primeros tres componentes explicaron el 70.2 % de la varianza total. El primer componente principal (CP1), estuvo definido por las variables rendimiento de materia seca en sus tres cortes (MS1, MS2 y MS3), ahijamiento (A1, A2 y A3), gustosidad

(G1) y rebrote (REB). Este primer componente explicó el 44.5 % de la varianza total; las variables MS2, MS3, A1, A2, A3 y REB registraron una relación positiva entre sí, y una relación negativa con MS1 y G1. Esto indica que los genotipos con mayor rendimiento en MS1 tuvieron menor ahijamiento y menor capacidad de rebrote, y fueron de alta gustosidad para los animales en el primer pastoreo, mientras que aquellos genotipos que presentaron mayores rendimientos en MS2 y MS3, mostraron mayor ahijamiento y capacidad de rebrote, pero fueron de menor gustosidad en el primer pastoreo. El segundo componente principal (CP2), explicó el 13.3 % de la varianza total, donde la variable A3 registró la mayor relación con el componente y mantuvo una

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de cada variable con los tres componentes principales

Variables	Componentes principales		
	CP 1	CP 2	CP 3
Materia Seca (Corte 1)	0.619*	-0.241	-0.721**
Materia Seca (Corte 2)	-0.858**	0.286	-0.184
Materia Seca (Corte 3)	-0.934**	0.288	-0.025
Materia Seca (Total)	-0.622*	0.162	-0.742**
Ahijamiento 1	-0.634*	-0.279	0.142
Ahijamiento 2	-0.527*	-0.362	0.037
Ahijamiento 3	-0.534*	-0.681*	0.099
Gustosidad 1	0.538*	0.540*	0.210
Gustosidad 2	0.138	-0.235	0.145
Rebrote	-0.894**	0.251	0.187
Eigenvalor	4.45	1.33	1.24
Varianza explicada por Eigenvalor (%)	44.5	13.3	12.4
Varianza Acumulada (%)	44.5	57.83	70.2

** | r | > 0.7; * | r | > 0.5

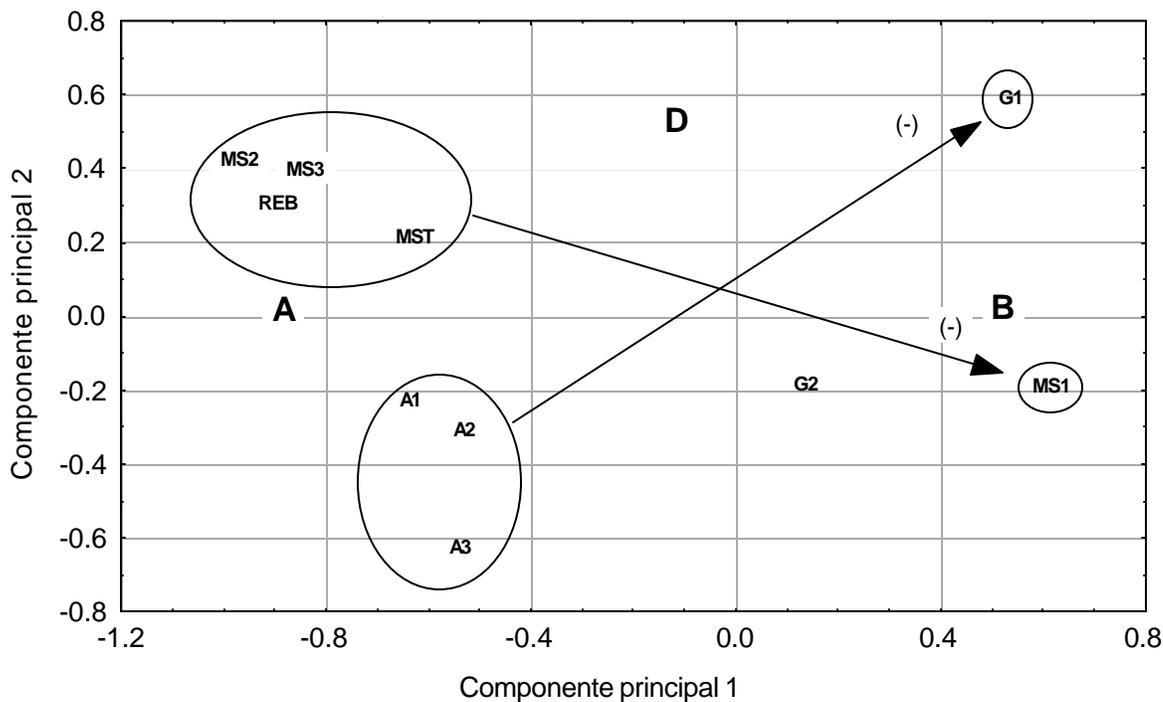
AGRUPAMIENTO DE TRITICALE POR RENDIMIENTO, AHIJAMIENTO Y GUSTOSIDAD

relación negativa, aunque de menor magnitud, con G1. Este componente confirmó parte de la información aportada por el primer componente (CP1), mientras que el tercer componente principal (CP3) incluyó el 12.4 % de la varianza total y explicó la relación positiva que existió entre el rendimiento total (MST) y el rendimiento al primer corte (MS1).

La Figura 1 presenta la distribución de las variables en los dos primeros componentes (CP1 y CP2). Las variables MS2, MS3, MST y REB tuvieron una relación positiva entre sí, y negativa con MS1 en los dos componentes. Lo anterior indicó que los

genotipos ubicados cerca de A presentaron bajo rendimiento en el primer corte, con alto ahijamiento y rebrote, y por lo tanto, altos rendimientos en los cortes dos y tres, y en materia seca total. La otra relación negativa se registró entre A1 y G1, que sugirió que los genotipos con mayor ahijamiento fueron de menor gustosidad para el ganado en el primer pastoreo; el ahijamiento tuvo una relación positiva con la alta capacidad de rebrote, de tal manera que los tratamientos cercanos a B presentaron alto rendimiento en el primer corte, con bajo ahijamiento y rebrote, pero fueron de alta gustosidad en el primer pastoreo. Los genotipos cercanos a D se

Figura 1. Distribución de las variables y su relación en los componentes principales 1 y 2

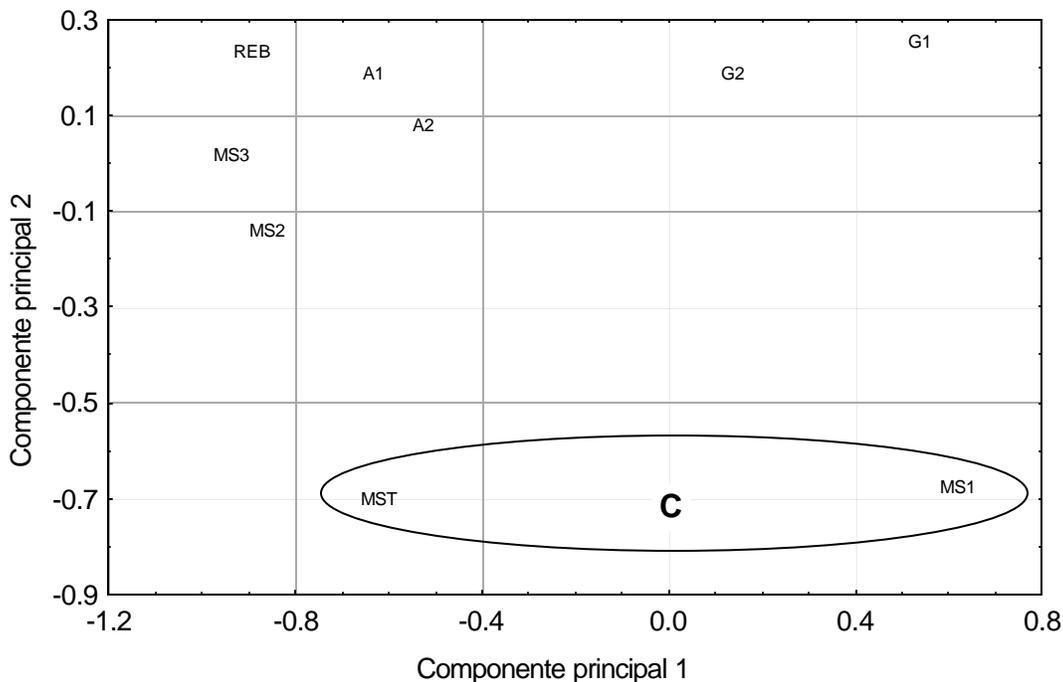


caracterizan por poseer ahijamiento y gustosidad medios, con rendimiento similar al del grupo A, pero discreparon en otras características. La distribución de las variables en los componentes principales CP1 y CP3, señaló la relación positiva entre MS1 y MST detectada por el CP3 (Figura 2), por lo que genotipos cercanos a C presentaron un comportamiento similar al de B, aunque difirieron en algunas características. Al ser graficados los genotipos en el espacio generado por los dos primeros componentes (Figura 3), la mayoría de ellos se pudieron ubicar en los grupos conformados por el análisis de componentes principales, pero no se puede

apreciar si existe o no traslape entre los grupos B, C y D. Con el apoyo del análisis de conglomerados, fue más clara la definición de los cuatro grupos mencionados, lo que permitió la siguiente caracterización cuantitativa (Figura 4):

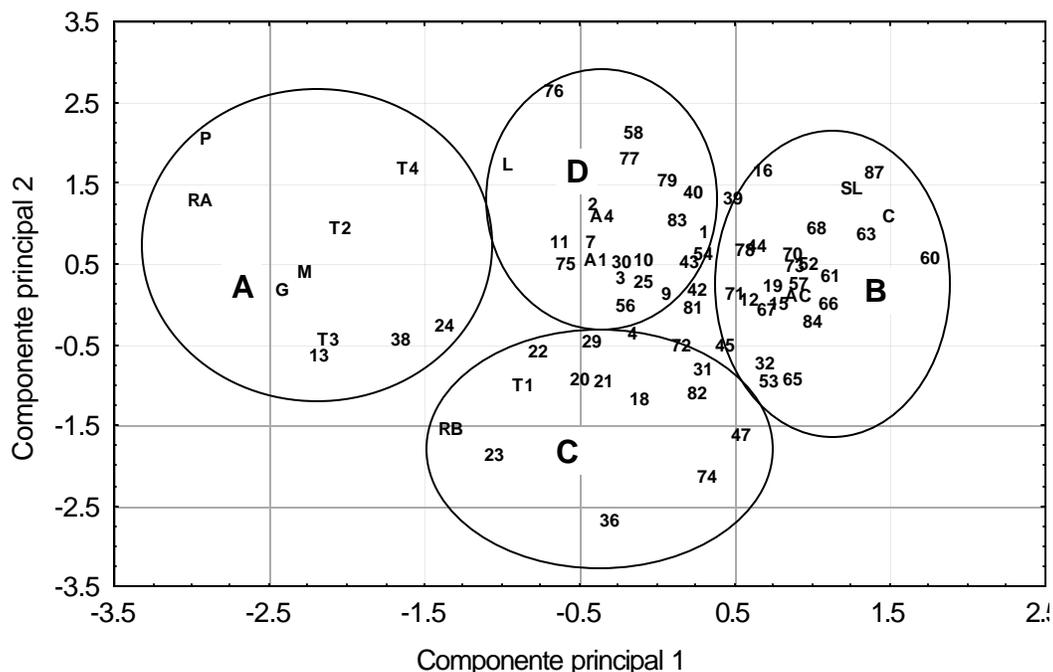
Grupo A. Los genotipos de este grupo son principalmente de hábito invernial, con lento crecimiento inicial, con baja producción de MS1, alta producción de MST (10.9 – 14.0 t MS ha⁻¹), alto ahijamiento medio (127 tallos / 0.1 m²), alta capacidad de rebrote (REB = 0.85) y baja gustosidad en el primer pastoreo (G1 = 1.90), aunque esta última característica

Figura 2. Distribución de las variables y grupo detectado en los componentes principales 1 y 3



MS= materia seca, REB= rebrote, A= ahijamiento, G= gustosidad.

Figura 3. Distribución de los tratamientos por tipos en los componentes principales 1 y 2



tiende a mejorar en G2 (Cuadro 2). En este grupo se encontraron seis líneas experimentales y las variedades testigo de triticale Grado (G), Modus (M), Presto (P), y el ballico Alamo (RA).

Grupo B. Las características de este grupo fueron opuestas al anterior, ya que estuvo compuesto por genotipos de hábito primaveral, con rápido crecimiento inicial ($MS1 = 7.29 \text{ t MS ha}^{-1}$), menor ahijamiento promedio (76 tallos/ 0.1 m^2) y baja capacidad de rebrote ($REB = 0.39$), por lo que los miembros de este grupo exhibieron un menor rendimiento total ($MST = 10.22 \text{ t MS ha}^{-1}$), sin embargo, presentaron la mayor gustosidad en ambas evaluaciones

($G1 = 2.97$, $G2 = 3.17$), como se observa en el Cuadro 2. En este grupo se ubicaron los testigos cebada (C) y triticale San Lucas (SL). Los 30 genotipos restantes son líneas experimentales con características productivas y de gustosidad semejantes o inclusive superiores a los testigos mencionados.

Grupo C. Los genotipos aquí comprendidos presentaron el segundo mayor rendimiento de materia seca a primer corte ($MS1 = 6.75 \text{ t MS ha}^{-1}$), combinado con rendimientos totales ($MST = 10.4 \text{ t MS ha}^{-1}$), similares a los presentados por el grupo de hábito primaveral (B), pero con mayor ahijamiento promedio (113 tallos / 0.1 m^2) y rebrote ligeramente superior al de dicho grupo

Cuadro 2. Media y desviación típica de la media de los tratamientos de cada grupo para las variables evaluadas

Variable	Grupos			
	A	B	C	D
No.	10	32	23	25
MS1(t ha ⁻¹)	5.05±0.33	7.29±0.19	6.75±0.23	6.31±0.10
MS2 (t ha ⁻¹)	3.96±0.14	1.67±0.07	1.99±0.15	2.63±0.11
MS3 (t ha ⁻¹)	3.76±0.23	1.26±0.06	1.65±0.12	2.19±0.07
MST (t ha ⁻¹)	12.77±0.38	10.22±0.24	10.39±0.25	11.13±0.15
Ahijamiento 1 (tallos/0.1m ²)	138.2±6.3	74.38±3.0	116.00±6.3	101.70±4.6
Ahijamiento 2 (tallos/0.1m ²)	118.5±13.8	84.73±3.9	101.21±5.1	85.85±3.6
Ahijamiento 3 (tallos/0.1m ²)	124.2±6.3	70.42±3.8	122.44±7.3	78.30±4.4
Gustosidad 1	1.90±0.22	2.97±0.08	2.33±0.10	2.74±0.07
Gustosidad 2	2.90±0.12	3.17±0.07	3.02±0.08	2.88±0.07
Rebrote	0.85±0.06	0.39±0.01	0.47±0.02	0.54±0.01

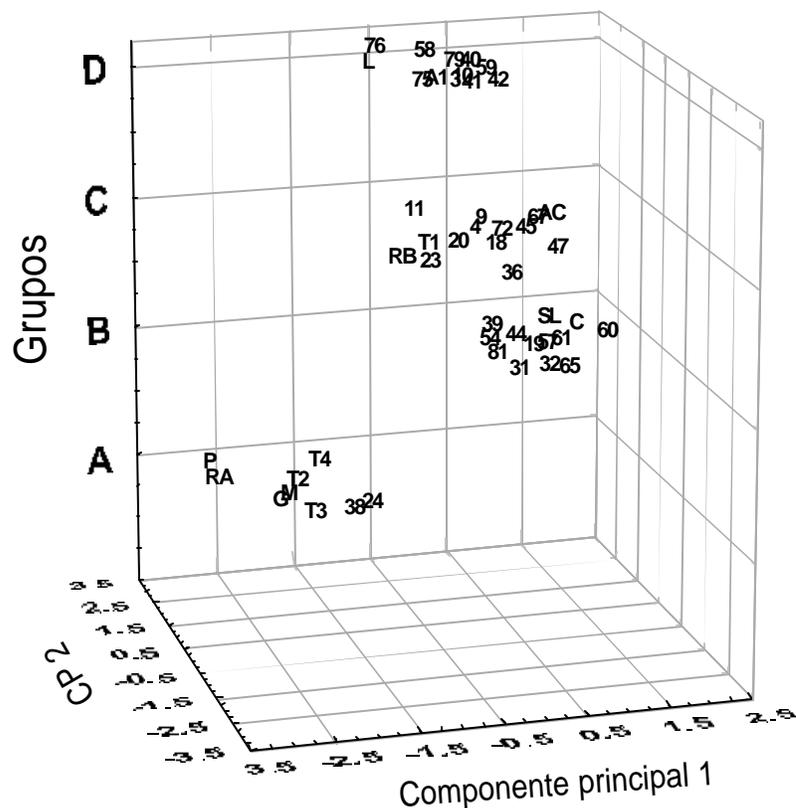
MS = Materia Seca.

(REB= 0.47), características que permitieron ubicarlos como facultativos. Este grupo estuvo compuesto por testigos como la avena Coker (AC) y el ballico Beef Builder (RB), además de 21 líneas experimentales, y corresponde al grupo determinado por los CP1 y CP3.

Grupo D. Los genotipos incluidos en este grupo se caracterizaron por presentar un ahijamiento promedio ligeramente superior al de los tipos primaverales (89 tallos / 0.1 m²), gustosidad menor a la de dicho grupo, aunque más consistente (G1= 2.74, G2= 2.88) y presentaron un rendimiento a primer corte sólo superior al de los tipos invernales y una capacidad de rebrote media (Cuadro 2), por lo que se clasificaron como de hábito intermedio - invernale. En este grupo se encontraron 22

líneas de triticale y las variedades comerciales AN-31, AN-34 y Lasko (L). La prueba de T² arrojó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los cuatro grupos descritos; así, cuando los tipos invernales (Grupo A) se compararon contra los primaverales (Grupo B), resultó con el valor más alto del parámetro (T²= 638), seguido por la comparación contra los tipos intermedios-invernales (Grupo D), con T²= 417 y los valores más bajos se obtuvieron en la comparación de los tipos primaverales (B) vs facultativos (C), con una T²= 139 y en la comparación de los facultativos (C) contra el nuevo grupo detectado en este estudio (D) registró un valor de T²= 72, que fue el más bajo, pero suficiente para resultar altamente significativo. En general, se observó una relación positiva entre la capacidad de

Figura 4. Distribución de los tratamientos en los componentes 1 y 2 y conglomerados



CP = Componente principal

ahijamiento, la producción total de materia seca y la capacidad de rebrote; asimismo, estas variables registraron una relación negativa con el rendimiento al primer corte y con la gustosidad en el primer pastoreo.

DISCUSIÓN

Los genotipos con menor rendimiento total de materia seca, según lo reveló el análisis

de varianza, correspondieron al tipo primaveral, predominando en esta variable los genotipos de hábito invernal. Esto se debió a los diferentes patrones de producción mostrados por los distintos tipos de triticale, ya que los clasificados como primaverales dieron un primer corte de alto rendimiento, pero ocuparon las últimas posiciones en el segundo y tercer corte, pues disminuyeron su producción

en un 77 y 83 %, respectivamente, lo que confirma la existencia de materiales de triticale que son una buena opción para disponer de una adecuada cantidad de forraje al inicio del invierno, problema que se tiene actualmente con el uso comercial de ballico y avena⁽¹⁾. Los genotipos de hábito invernal dieron un primer corte de baja producción, pero en el segundo y tercer corte fue el grupo de mayor rendimiento, ya que sólo disminuyeron éste en un 22 y 39 %, respectivamente, indicando la mayor capacidad de rebrote que tiene este tipo de triticales en comparación con las variedades tradicionales de cebada y avena utilizadas como testigos⁽¹³⁾, ya que éstas, por su rápido crecimiento inicial elevan sus puntos de crecimiento basales sobre la superficie del suelo, de manera que una mayor proporción de hijuelos pierden éstos por el efecto de los cortes o el pastoreo⁽²⁾. Con respecto a los patrones de producción de los diferentes hábitos de crecimiento en triticales, los resultados concuerdan con lo mencionado por otros^(3,5). Sin embargo, el análisis de varianza univariado sólo permitió confirmar dos hábitos de crecimiento en triticales: primaverales e invernales, mientras que el resto de los genotipos quedaría clasificado en el tipo facultativo^(5,6,14), con rendimiento y capacidad de rebrote intermedios entre los dos tipos arriba señalados.

El análisis de componentes principales permitió cuantificar y graficar las relaciones entre variables e incluso hacer una clasificación parcial de los genotipos, lo que confirmó la información proporcionada por el análisis univariado para los tipos invernales (grupo A) y

primaverales (grupo B), pero su principal aportación fue la identificación de un cuarto tipo o grupo, lo cual difiere de lo señalado anteriormente^(5,6,14); por otra parte, estos grupos fueron definidos con mayor claridad por el análisis de conglomerados, permitiendo a la vez identificar algunas otras características de los genotipos pertenecientes a cada uno de ellos. Así, en el grupo A (invernales) destaca el genotipo 86 (T4) que registró alta gustosidad (3.5) y el mayor rendimiento total (14 t MS ha⁻¹), mientras que Presto (P) y el ballico Alamo (RA) se comportaron como los más invernales exhibiendo un alto ahijamiento y lento desarrollo inicial. Los materiales de este grupo son útiles en sistemas de producción donde el forraje es cosechado por el animal y el ganadero desea, además de una buena producción de forraje, una estación de pastoreo más amplia.

Una característica desfavorable del grupo B fué la baja gustosidad que presentaron en el primer pastoreo, debido probablemente a su lento crecimiento inicial y baja concentración de azúcares, por lo que los animales rechazaron los genotipos que estaban en etapas vegetativas tempranas (amacollamiento), lo cual confirma que no siempre las plantas más tiernas y succulentas son seleccionadas por los animales tal y como se establece en forma generalizada⁽⁸⁾. Sin embargo, el hábito de crecimiento muy postrado de estos materiales posiblemente dificultó en alguna proporción la toma de bocados por los animales, coadyuvando al efecto de rechazo por los mismos.

En este estudio los animales prefirieron en el primer pastoreo aquellos genotipos

de rápido crecimiento (primaverales) que se encontraban en etapas vegetativas más avanzadas (encañe), con bajo ahijamiento y posiblemente con mayor concentración de azúcares en sus hojas y tallos. En este grupo se incluyeron la cebada (C) y el triticale San Lucas (SL), y el tratamiento 60 que presentó un rápido crecimiento y el menor ahijamiento del grupo B. Este grupo posee la ventaja de un rápido crecimiento inicial combinado con alta gustosidad en el primer pastoreo, por lo que este tipo se puede utilizar como un primer componente en mezclas con genotipos de hábito invernal, para obtener un rápido pastoreo inicial, aprovechando el rebrote de los componentes más tardíos de la mezcla, o utilizarse para henificado o ensilaje en etapas fenológicas más avanzadas.

En este estudio, el grupo de facultativos (C) quedó integrado por genotipos que presentaron un patrón de producción similar al de los primaverales, pero con una mayor capacidad de ahijamiento y rebrote, registrando tanta o mayor variación que el grupo de invernales (A), sobresaliendo testigos como la avena Coker (AC), que mostró un patrón cercano al primaveral, pero con mayor ahijamiento y menor gustosidad que la cebada (C) del grupo B, mientras que el ballico Beef Builder (RB) mostró un comportamiento cercano al tipo invernal en su patrón productivo, con alto ahijamiento y rebrote pero con baja producción de materia seca. Los materiales de este tipo pueden utilizarse en sustitución de los primaverales en regiones donde se requiere dar un pastoreo y el rebrote dedicarlo a la producción de heno o silo. El nuevo grupo

detectado en este estudio (D), muestra un buen agrupamiento de los genotipos que lo integran, los cuales poseen un patrón productivo similar al de los invernales pero con mayor producción de forraje seco, gustosidad media uniforme entre pastoreos, lo que asegura un buen consumo por el ganado, ahijamiento medio (89 tallos / 0.1 m²) y segundo lugar en capacidad de rebrote. Este tipo de materiales mostró una excelente recuperación después de cada pastoreo o corte, y su rendimiento de materia seca disminuyó en menor proporción que los tipos primaverales y facultativos, por lo que pudiesen ser una buena opción para utilizarlos en pastoreo directo, corte, o una combinación de ambos. Pueden utilizarse además en mezclas con tipos primaverales. Con base en sus características distintivas para producción de forraje, que los diferencia de los tipos tradicionales clasificados por diferentes autores^(5,6,14), en este trabajo se propone el término intermedios-invernales para este tipo de materiales.

CONCLUSIONES

Los diferentes hábitos de crecimiento de los triticales ofrecen diversas opciones de utilización, que pueden adaptarse a los tipos de explotación y manejo encontrados en los ranchos ganaderos del norte de México, sobresaliendo los primaverales, que representan una buena alternativa para disponer de forraje durante la época crítica invernal, ya que los materiales más rendidores registraron una producción de materia seca total significativamente superior a los cultivos tradicionales; El análisis multivariado de la información ofreció ventajas sobre el análisis univariado

convencional porque permitió la caracterización y agrupamiento de genotipos y la identificación de las relaciones entre variables de respuesta como ahijamiento y rebrote, ahijamiento y tasa de crecimiento al primer corte y ahijamiento y gustosidad. La caracterización cuantitativa de los genotipos ofrece al fitomejorador una guía más objetiva en la selección de genotipos forrajeros para propósitos específicos (un solo corte para ensilaje o henificado, un pastoreo y un corte o sistemas de 3 ó 4 pastoreos), ya que no sólo es una guía de tipo morfológico o de hábito de crecimiento que se debe identificar en los materiales para obtener ciertas características productivas, sino que aporta valores puntuales que pueden ser establecidos como metas a ser superadas por nuevos genotipos o en la construcción de índices de selección. Es posible diseñar mezclas entre triticales o de triticales con otras especies (ballico, trébol) que proporcionen un rápido primer pastoreo con forraje de alta gustosidad (> 3), alta capacidad de rebrote (> 0.6) y alto rendimiento de materia seca total ($> 12 \text{ t ha}^{-1}$).

CLUSTERING OF FORAGE TRITICALE GENOTYPES BY YIELD, TILLERING AND PALATABILITY

ABSTRACT

Ye CWE, Díaz SH, Lozano RAJ, Zamora VVM, Ayala OMJ. *Téc Pecu Méx* 2001;39(1):15-30. Two experiments were conducted in the autumn-winter season of 96-97. Both experiments included 90 genotypes within four replicates; experimental plots were of 6.8 m^2 . In Exp 1, dry matter yields (t ha^{-1})

were evaluated in three cuts, and in the Exp 2, tillering capacity and palatability were determined under grazing. The dry matter yield analysis of variance showed differences ($P < 0.01$) in genotypes \times cuts interaction. The principal components analysis were performed for global analysis of the two experiments, including the 90 genotypes and 10 variables: dry matter yield in three cuts (DM1, DM2, DM3), total dry matter yield (TDM), tillering in three evaluations, palatability in two evaluations (P1, P2), and regrowth capacity. By cluster analysis, four different groups were defined ($P < 0.01$). One winter type group of lines including Alamo, Grado, Modus, Presto and ryegrass Alamo showed the highest TDM ($12.77 \pm 0.38 \text{ t}$), low palatability in P1, high tillering and high regrowth capacity (0.85 ± 0.06). A contrasting group integrated by spring genotypes like triticales San Lucas and barley, characterized by the lowest TDM ($10.22 \pm 0.24 \text{ t}$) and tillering, high DM1 (7.29 ± 0.19), low regrowth (0.39 ± 0.01), and the highest palatability in P1. The first principal component indicates that the most consistent relationships was determined by genotype growth habit (Winter vs Spring). The high relationship among some characteristics with yield pattern, total production and palatability makes possible to use them as selection criteria for different productive goals.

KEY WORDS: Forage triticales, Dry matter yield, Tillering, Palatability, Regrowth.

LITERATURA CITADA

1. Dávila VR, Estrella MM. Producción de semilla de zacate ballico anual (*Lolium multiflorum*). Reporte Interno de la UAAAN, Avances de la Investigación 1981-1983. Saltillo, Coah., México. 1984:75.
2. Lozano-del Río AJ. Studies on triticales forage production under semiarid conditions of northern Mexico. Proceedings of the second international triticales symposium. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil. 1990:267.
3. Autrique RJE, Pfeiffer WH. Triticales de doble propósito, una nueva alternativa [resumen]. Memorias del II Congreso Latinoamericano, XV Congreso de Fitogenética, Monterrey NL. México. 1994:108.
4. Béjar HM, Lozano-del Río AJ, Hede A. El triticales, una alternativa forrajera para el Norte de México.

AGRUPAMIENTO DE TRITICALE POR RENDIMIENTO, AHIJAMIENTO Y GUSTOSIDAD

- Boletín Técnico No. 3. DGETA-SEIT-SEP. Chihuahua, México; 2000.
5. Lozano-del Río AJ. Reporte interno del Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 1988:20.
 6. Hanson H, Borlaug NE, Anderson RG. Trigo en el tercer mundo. El Batán, México. CIMMYT; 1985.
 7. Van Dyne JM. Large herbivore subsystem. In: Breymer A I, Van Dyne J M. (eds). Grasslands systems analysis and man. Int. Biol. 19. New York, USA: Cambridge University Press; 1980.
 8. Hodgson J. Grazing management. science into practice. Longman Handbooks in Agriculture. London, UK. Longman Scientific and Technical; 1990.
 9. García DME. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3ª. ed. México. UNAM; 1981.
 10. Krzanowski WJ. Principles of multivariate analysis. A user's perspective. 2nd ed. New York, US: Oxford University Press; 1988.
 11. Johnson RA, Wichern DW. Applied multivariate statistical analysis. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J., US: Prentice-Hall; 1988.
 12. Statistica. Statistica for Windows (ver. 4.5) StatSoft, Inc. Tulsa, Ok, USA: 1994.
 13. López CC. Variación en rendimiento de grano. Desarrollo fásico y crecimiento de cereales bajo condiciones de campo [resumen]. II Congreso Latinoamericano de Genética, XV Congreso de Fitogenética, Monterrey N.L. México. 1994:113.
 14. Royo C. El Triticale. Bases para su cultivo y aprovechamiento. Madrid, España: Agroguias Mundi-Prensa; 1992.

Wilberh Ernesto Ye Ceh, *et al.*